

EXHIBIT Y

**Entwicklung  
einer  
Reinigungsstation  
für  
Elektorasierer**

Dem Fachbereich für Feinwerktechnik und  
Ingenieurinformatik der Fachhochschule  
Frankfurt am Main vorgelegte Diplomarbeit  
von Stefan Zeischke.

Erstellt in Zusammenarbeit mit der

**Braun AG, Kronberg.**

Erklärung

Seite 2

Erklärung:

Hiermit versichere ich, daß die dem Referenten Herrn Prof. Dr. Völker übergebene Diplomarbeit mit dem Thema:

Entwicklung  
einer  
Reinigungsstation für Elektrorasierer

von mir eigenständig und ohne fremde Hilfe durch Personen oder Institute angefertigt wurde.

Soweit ich bei der Ausarbeitung meiner Diplomarbeit auf Quellen zurückgegriffen habe, sind diese im Quellenverzeichnis auf Seite A-15 vollständig angegeben.

Kronberg, am 14.06.1991

Stefan Zeisold

**Vorwort**

Die nachstehende Diplomarbeit entstand in Zusammenarbeit mit der

**Braun AG in Kronberg.**

Ich bedanke mich bei den Mitarbeitern der Braun AG, die mich freundlich bei der Beschaffung von Informationen und Unterlagen unterstützt haben.

Besonderer Dank gilt Herrn Dr. -Ing. Jung für die mir entgegengebrachte Unterstützung bei Braun und Herrn Prof. Dr. Völker für die sorgfältige Betreuung meiner Arbeit an der Fachhochschule Frankfurt am Main.

# Inhaltsverzeichnis Seite 4

## Inhaltsverzeichnis

Seite

1.0	Zusammenfassung.....	5
1.1	Problemformulierung.....	6
1.2	Stand der Technik.....	7
1.3	Vorgehensweise bei einer alltäglichen manuellen Rasiererreinigung.....	8
1.4	Verteilung des Rasierstaubes am Rasierer.....	9
1.5	Wann ist eine Reinigungsstation sinnvoll?.....	9
1.6	Reinigungsbereiche.....	10
1.7	Reinigungsgrad manueller Reinigungen.....	11
1.8	Anforderungsliste.....	12/13
2.0	Methodische Lösungssuche	
2.1	Funktionsstruktur Reinigungsstation.....	14
2.2	Bestimmung der Aufnahmekapazität an Rasierstaub.....	15
2.3	Einzelfunktionen - Lösungsvarianten mit Bewertung	
2.3.1	-Aktivierung.....	15
2.3.2	-Entfernen.....	16
2.3.3	-Transportieren.....	17
2.3.4	-Sammeln.....	18
2.3.5	-Inaktivieren.....	19
2.4	Bürstenarten\Bewegungsarten.....	20
2.5	Bürstenkonzepte 2.5.1-2.5.10.....	21/30
2.6	Bewertung der Bürstenkonzepte 2.5.1-2.5.10.....	31
2.7	Bewertung Borstenarten\längen auf Reinigungswirkung..	32
2.8	Borstenauswahl.....	33
3.0	Test und Bewertung der gewählten Bürste.....	34
3.1	Test und Bewertung LV1t.....	35
3.2	Skizze Prinzipmuster LV2t.....	36
3.3	Test und Bewertung Prinzipmuster unter Variation von Borstendicke und Drehzahl.....	37
4.0	Kritik und Ausblick.....	38/40
4.1	Skizzen.....	41/43
5.0	Anhang	
	-manuelle Rasiererreinigung.....	A1-A4
	-Rasierstaubanalyse.....	A5-A6
	-Meßwerte manuelle Reinigung.....	A7-A10
	-Meßwerte Reinigungsstation.....	A11-A14
	-Quellenverzeichnis.....	A15

## 1.0 Zusammenfassung

Es wurde ein Prinzipmuster einer Reinigungsstation entwickelt, mit dem die Scherteile des Braun Flex- Control 6013 innerhalb von 15 s auf einen Reinigungsgrad von im Mittel 93% gereinigt werden. Scherkopf mit Klingenblock und Scherblatt werden nacheinander in ein zylindrisches Gehäuse zugeführt in dem eine zweireihige Linearbürste mit  $3200 \text{ min}^{-1}$  rotiert. Die Drehrichtung der Bürste wechselt nach 5 s, um die zweite Klingenblockseite zu reinigen.

Der mit der Bürste entfernte Rasierstaub wird durch eine Öffnung am Umfang des Gehäuses mit einem Gebläse abgesaugt und in einer Staubkammer gesammelt, die sich vor dem mit  $10000 \text{ min}^{-1}$  drehenden Lüfterrad und dem Staubfilter befindet.

Dieses Ergebnis ergab sich aus der systematischen Gegenüberstellung und Bewertung von Lösungsvarianten innerhalb der jeweiligen Entwicklungsstufe.

Diese Ausarbeitung ist eine Basis für weiterführende Arbeiten.

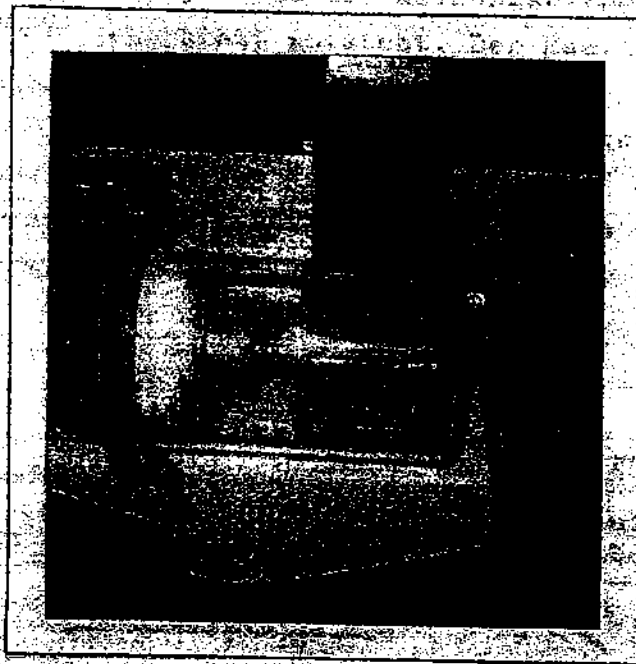


Bild 1.0 Prinzipmuster Reinigungsstation

B005224

### 1.1 Problemformulierung

Für einen vorhandenen Elektrorasierer Braun Flex- Control 6013 ist eine kostengünstige Reinigungsstation zu entwickeln, mit der die Scherteile nach der täglichen Rasur schnell und einfach gereinigt werden können.

Die Benutzer von Elektrorasierern reinigen ihren Rasierer nach jeder Rasur, aber nur 29% mit dem zugehörigen Reinigungsbürstchen. 56% reinigen durch Wegblasen, Abklopfen oder Abrütteln ihren Rasierer, was zur Bildung einer Schicht auf den Messern führt (vergleiche Seiten A2-A4).

Der Rasierer sollte nach jeder Rasur gereinigt werden (siehe Seite A-1), da sich beim Rasieren Haut, Talg und Barthaare an den Messern ablagern. Wenn diese Schicht nicht regelmäßig entfernt wird, mindert sich die Schnittleistung des Rasierers in Abhängigkeit von der Schichtdicke und -härte.

Nach der täglichen Rasur läßt sich der Hauttalg noch leicht mit einer Bürste von den Messern entfernen, da er nicht ausgehärtet ist. Wird das Messer längere Zeit nicht vom Hauttalg gereinigt, verhärtet der Hauttalg durch die Reibungswärme, die zwischen Messerblock und Scherblatt entsteht. Der Hauttalg läßt sich nur noch unter großem Aufwand entfernen.

Die Reinigungsstation soll die Rasiererreinigung komfortabel gestalten. Außerdem wird die Hygiene gesteigert und die Reinigungszeit durch den Wegfall der Reinigung des Waschbeckens vom Rasierstaub wesentlich verkürzt.

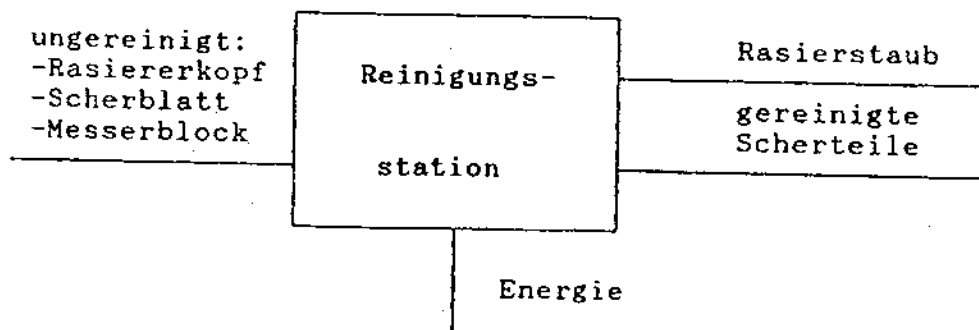


Bild 1.1 Black- Box- Darstellung

B005225

## 1.2 Stand der Technik

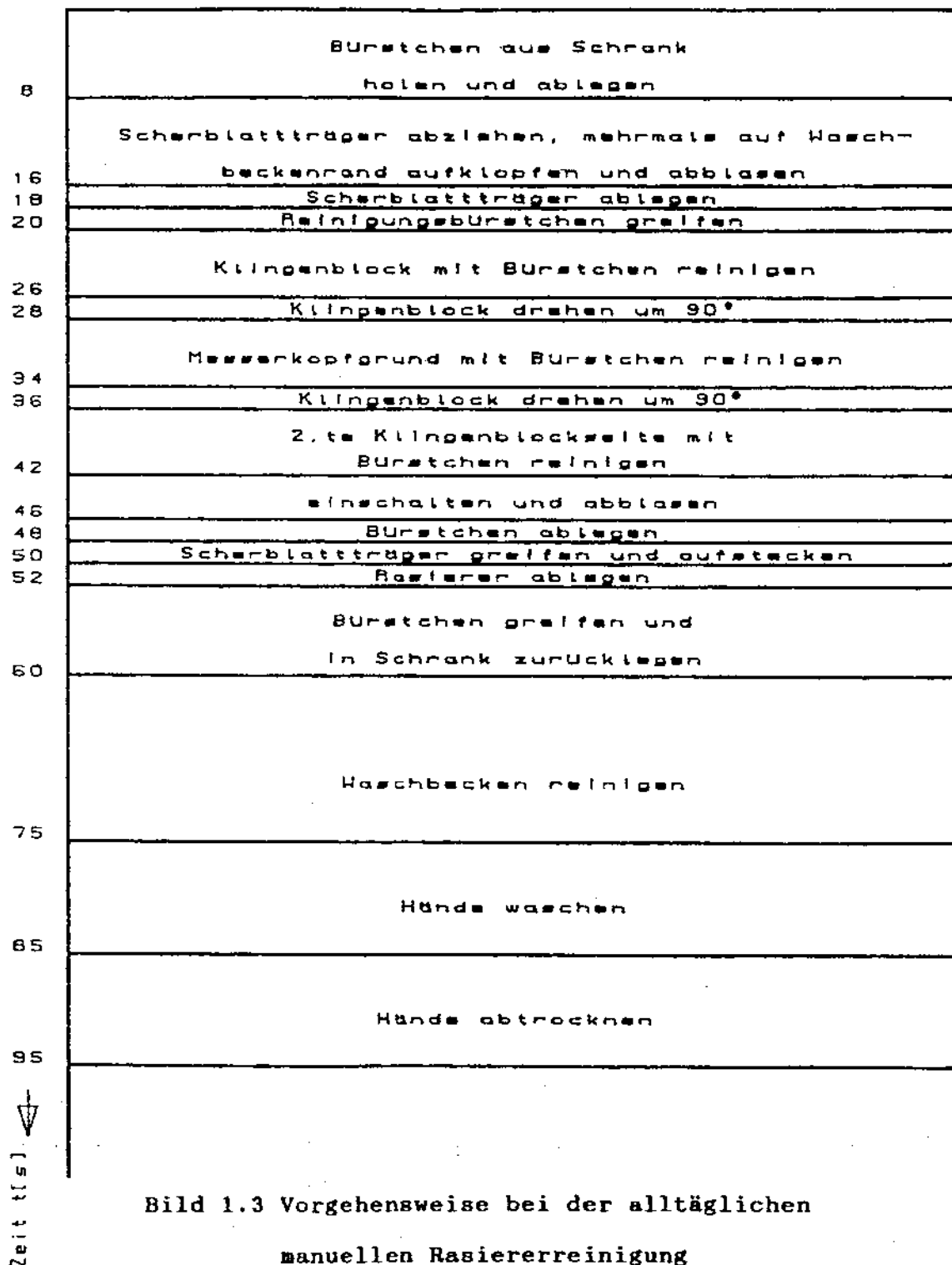
Das Thema Reinigung von Elektrorasierapparaten ist schon so alt wie der Elektrorasierer selbst. Die Entwicklung von Reinigungshilfen beziehen sich zum einen auf den Rasierer, d.h. Rasierer mit integrierter oder externer Absaugung, abwaschbare Rasierer, Rasierer mit Vorrichtungen zum Abschaben des Staubes von den Messern, etc. und zum anderen auf externe Geräte sogenannte Rasiererreinigungsgeräte, -vorrichtungen oder -stationen.

Zum Thema Reinigungsstation gibt es einige Schutzrechte. Die vorgeschlagenen Wirkprinzipien sind unterschiedlicher Art und reichen von

- unbeweglichen Bürsten, über denen der eingeschaltete Rasierer den Messerblock oszillierend bewegt,
- einfachen Gebläsen mit Filter,
- einer rotierenden Radialbürste mit Reinigungsflüssigkeit,
- einer Rüttelvorrichtung,
- einem Bürstenband mit Absaugung bis zu
- separaten Pinseln mit Absaugung.

Bis heute gibt es keine Reinigungsstationen auf dem Markt.





#### 1.4 Verteilung des Rasierstaubes am Rasierer

Zur Untersuchung der Verteilung des Rasierstaubes am Rasierer (Braun Flex-Control) wurde eine fortlaufende Untersuchung an zahlreichen Probanden und verschiedenen Rasierapparaten durchgeführt. Es wurde der saubere Rasierapparat vor und sofort nach der Rasur gewogen, so daß aus der Gewichts Differenz die angefallene Rasierstaubmenge ermittelt werden konnte. Die Messung wurde auf einer Präzisionswaage mit digitaler Auflösung von 1mg durchgeführt: Genauigkeit  $\pm 1\text{mg}$ . (Meßwerte in Tabellen A-7 bis A-10) Die Meßabstände jeder Einzelmessung waren kurz, sodaß der Einfluß der Luftfeuchtigkeit vernachlässigt werden kann. Die Auswertung der Relativwerte führt zu den Diagrammen 1.7.1 - 1.7.4 auf Seite 11.

Bei einer üblichen manuellen Rasiererreinigung nach Bild 1.3 auf Seite 8 erreicht man unter dem Zeitaufwand von 95 s einen Reinigungsgrad beim Rasiererrumpf von 94% und beim Scherblatt von 80% (vgl. 1.7.2+ 1.7.3). Hinzu kommen noch die Kosten für das Wasser, welches zum Wegspülen des Rasierstaubes aus dem Waschbecken aufgewendet wird.

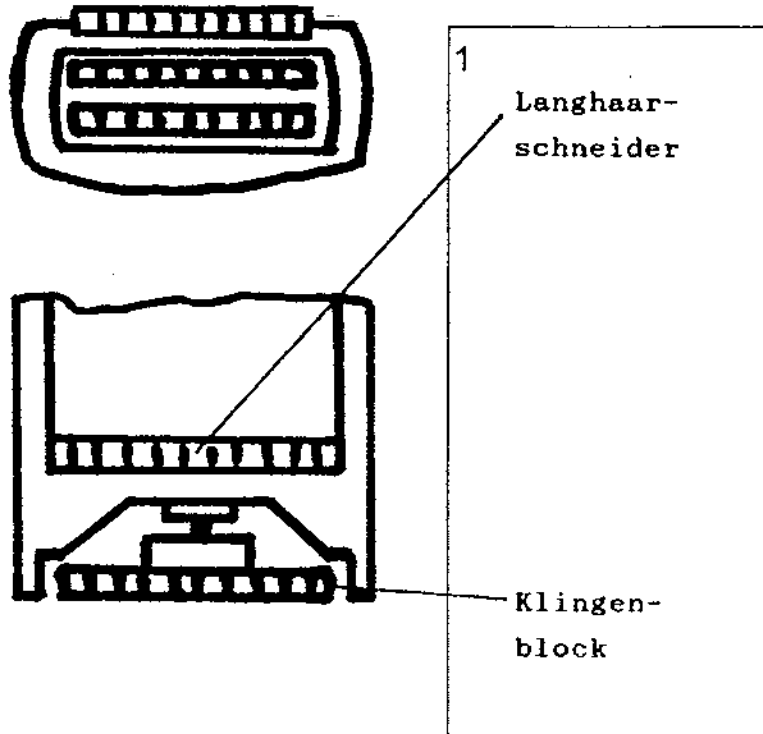
#### 1.5 Wann ist eine Reinigungsstation sinnvoll?

Bild 1.7.4 auf Seite 11 zeigt, daß mit zunehmendem Bartalter relativ immer weniger Rasierstaub im Rasierer verbleibt. Ab einem Bartalter von 4 Tagen wird mit dem Langhaarschneider vorgeschnitten und mit dem Kurzhaarsystem fertigrasiert. Die mit dem Langhaarschneider geschnittenen Haare befinden sich außerhalb der Systemgrenze Rasierer, also auf Hemd, Waschbecken, Ablage o.ä..

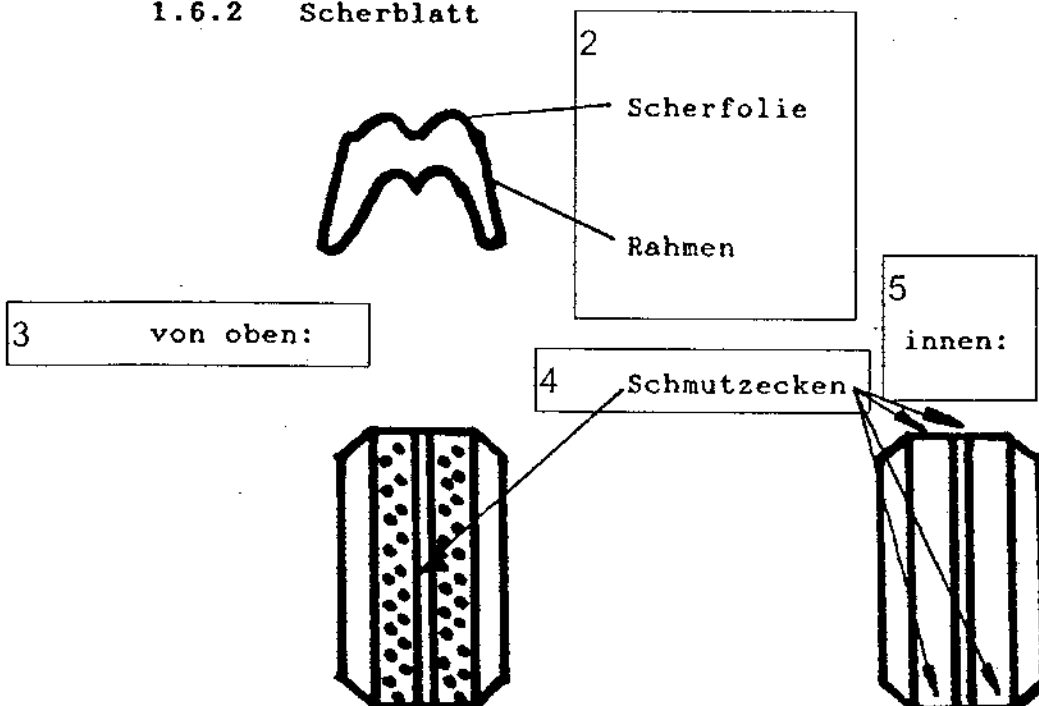
Bei älteren Bärten heben sich die Vorteile der Station auf, da die mit dem Langhaarsystem geschnittenen Barthaare nicht innerhalb die Systemgrenze "Reinigungsstation" gelangen können.

## 1.6 Reinigungsbereiche am Rasierer

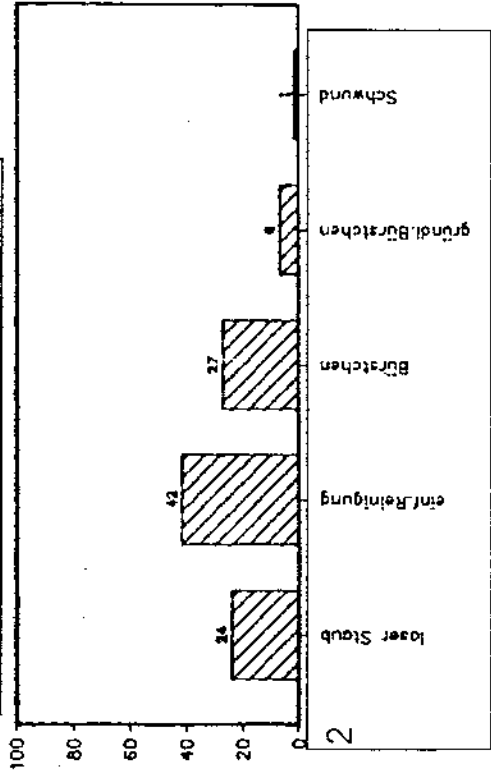
### 1.6.1 Rasierer ohne Scherblatt



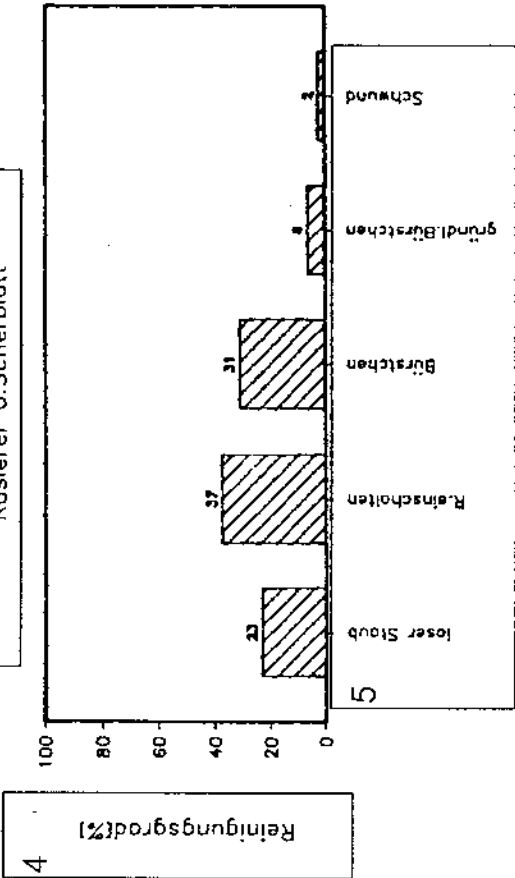
### 1.6.2 Scherblatt



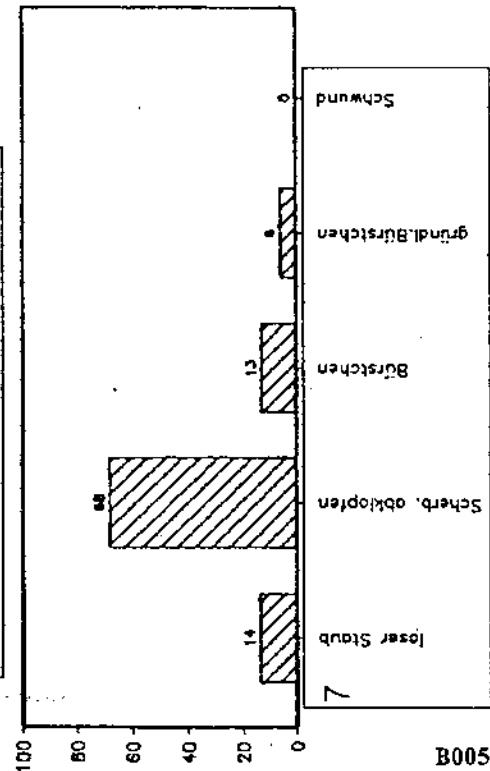
1 1.7.1 Reinigungsgrad  
Rasierer komplett



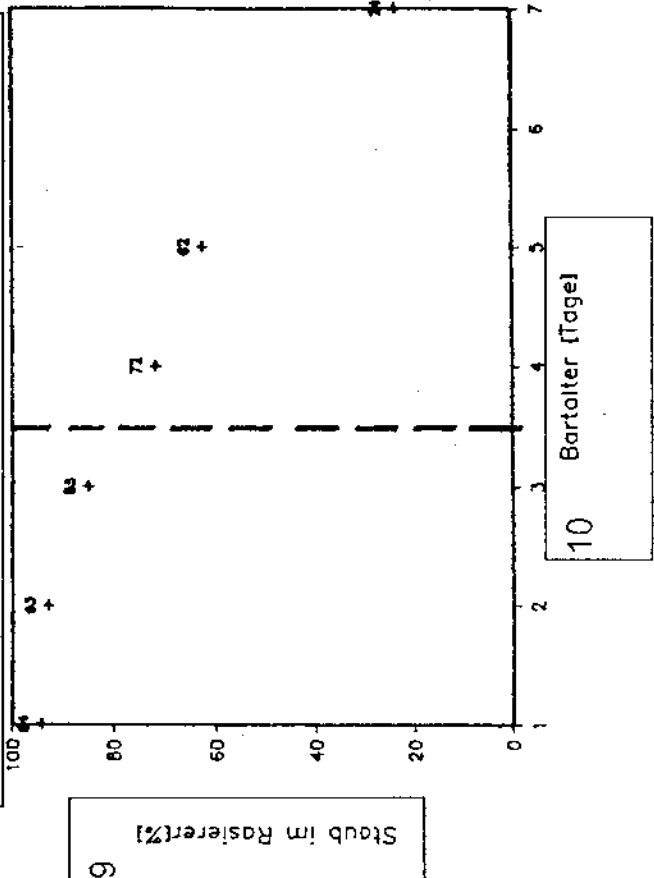
3 1.7.2 Reinigungsgrad  
Rasierer o. Scherblatt



6 1.7.3 Reinigungsgrad  
Scherblatt



8 1.7.4 Staub im Rasierer/Staub gesamt  
(Staub ausserhalb Systemgrenze)



## 1.8 Anforderungsliste

**Geometrie:**

Forderungen

- Baugröße ähnlich Munddusche  
(Bx Hx T 100x 100x 80)
- Aufnahmekapazität Rasierstaub für 100 Rasuren
- exemplarische Lösung für Flex-Control 6013
- Aufbewahrungskonzept entwickeln
- einfaches Auswechseln von Austauschteilen
- auf leichte Reinigung der Reinigungsstation achten

Wunsch            -Integration : -Wandhalter  
                       -Ladegerät  
                       -kompatibel für andere BAG-Rasierer

**Energie:**

Wunsch -Energieversorgung 220V ; 50Hz, Akku oder Batterie

**Werkstoff:**

Forderungen

- keine Flüssigkeiten zum Reinigen verwenden
- recyclebare Kunststoffe verwenden

### Sicherheit:

Forderungen -BRAUN- Werknormen beachten (detaillierte Ausarbeitung der Sicherheits- (VDE) und Qualitätsanforderungen bezogen auf Kleingeräte bzw. Elektrorasierer)

Anforderungsliste

Seite 13

**Gebrauch:**

- Forderungen**
- Geräusch  $\leq$  Rasierer = 60 dBA Schalleistung
  - Lebensdauer mind. 60 h (proportional Benutzungs-  
dauer Rasierer mind. 200 h)
  - mind. 90 % vom im Rasierer vorhandenen  
Rasierstaub entfernen
  - Reinigungszeit  $\leq$  15 s (Eingriffszeit Gerät)
  - nur max. 10 % des vom Rasierer entfernten  
Rasierstaubes dürfen extern entweichen
  - Langhaarschneider und unteres Gehäuseteil  
sollen laut Aufgabenstellung nicht gereinigt  
werden
  - Scherteile getrennt voneinander reinigen

**Anwendungsbereich:**

- Forderung**            -privater Haushalt, im Bad

**Kosten:**

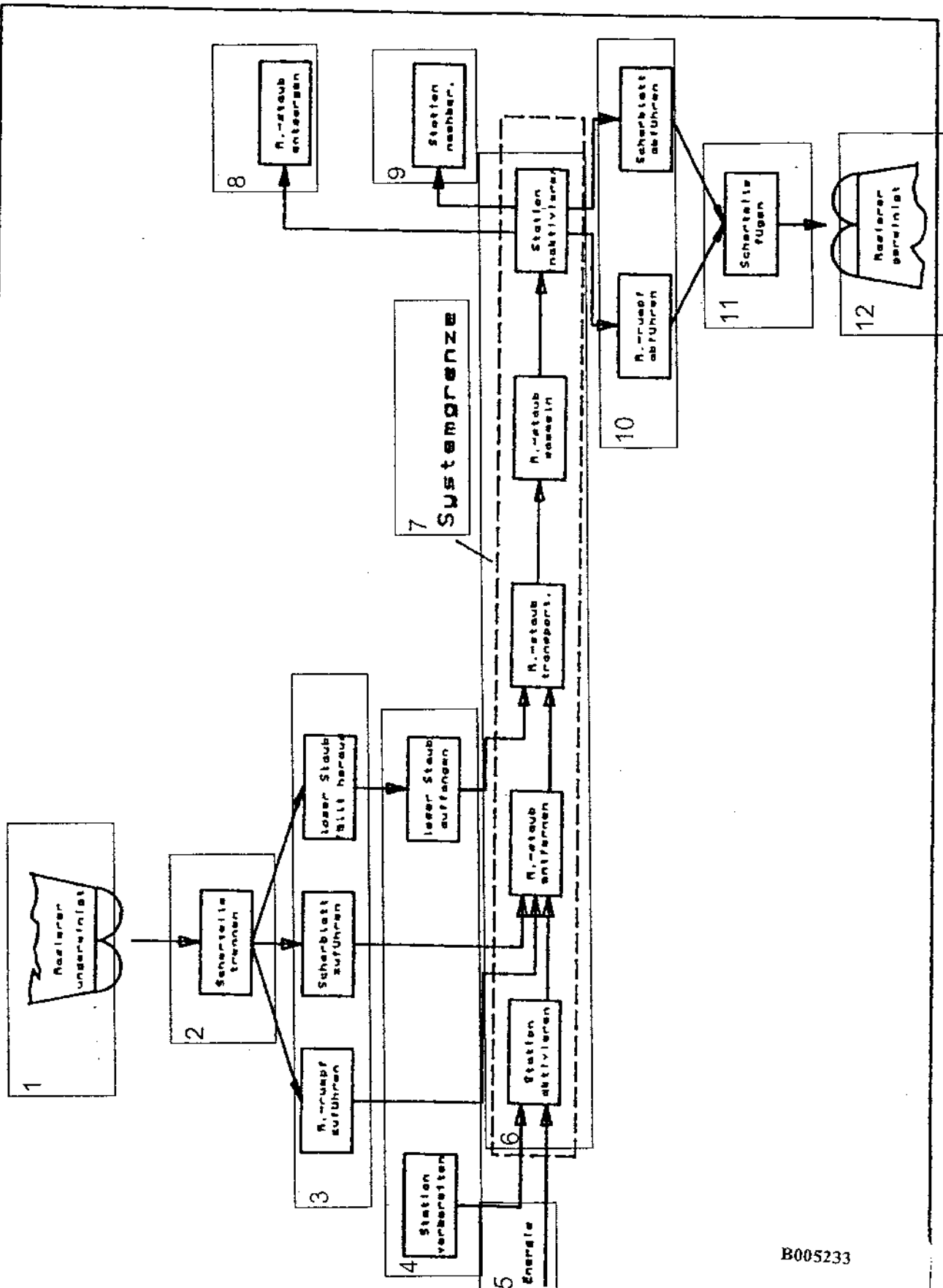
- Forderung**            -Verkaufspreis  $\leq$  50.- DM ( $\approx$  15-20 % vom Spitzen-  
rasiererpreis) bezogen auf Stückzahlen von  
100000/Jahr

**Allgemein:**

- Forderung**            -umweltgerechtes Gerätekonzept

## Funktionsstruktur

Seite 14



B005233

## 2.2 Bestimmung der Aufnahmekapazität an Rasierstaub

$$V = i \cdot m / \delta = 100 \cdot 45 \text{ mg} / (1.34 \text{ g/cm}^3) = 3.36 \text{ cm}^3 \quad \text{mit:}$$

V = Volumen

i = Anzahl der  
Rasuren

m = ~~A~~ - Masse/Tag

$\delta$  = Haardichte

### 2.3.1 Lösungsvarianten der Einzelfunktionen

#### Bewertung der Einzelfunktionen

-aktivieren  
der Reini-  
gungsstation

-mechanisch

-translatorisch

-Schalter

-rotatorisch

-Drehschalter

-optisch

-Lichtschränke

-IR-Sensor

Im wesentlichen ist zu unterscheiden, ob die Aktivierung automatisch durch Zuführen des Rasierers oder manuell geschehen soll. Dies ist jedoch abhängig vom Gesamtkonzept.

#### Bemerkung zu 2.3.2 bis 2.3.4 :

Die Lösungsvarianten der drei folgenden Einzelfunktionen entfernen, transportieren und sammeln von Rasierstaub werden mit + = gut, o = durchschnittlich und - = schlecht bewertet. Der Schwerpunkt der Bewertungen liegt bei der Effektivität der jeweiligen Einzelfunktion. Die Genauigkeit ist hier ausreichend, da nur grundsätzliche Versuche oder Überlegungen durchgeführt wurden.



## 2.3.2 Lösungsvarianten der Einzelfunktionen

## Bewertung der Einzelfunktionen

Funktion	Lösungsvariante		Bewertung		
Rasierstaub entfernen			Reini- wir- kung	kon- struktiver Aufwand	Her- stellungsaufwand
-mechanisch	-rotieren	-Bürsten, Walze	+	o	+
	-oszillieren	-Zahnbürstenantrieb	o	o	o
		-Bürsten	+	+	o
	-schaben	-Gummiwalze aus Scheibe	o	o	o
	-abstreifen	-Gummiwalze aus Scheibe	o	o	o
	-vibrieren	-Rasierer	-	+	+
		-Rüttelmechanismus	-	-	-
	-klopfen	-Rasierer klopft gegen Anschlag	-	+	+
	-umlaufen	-Band mit Borsten	o	+	-
-pneumatisch	-saugen	-Unterdruckpumpe	-	-	o
	-blasen	-Gebläse	o	o	o
		-schnell rotierende Bürsten	-	o	+
	-Druckwellen	-Pumpe	o	-	o
	-sandstrahlen	-Partikel auf Scherkopf blasen und elektrisch trennen	o	-	-
-elektrisch	-Ultraschall	-Piezo(Resonanz)	-	o	o
	-Druckwellen	-Lautsprecher	-	o	o
	-polarisieren	-Kondensatorprinzip	-	-	-
	-Mikrowellen	-Magnetron	-	-	-
-optisch	-infrarot		-	o	o
	-Laserstrahl		-	-	-
-chemisch	-Oxidation\ Reduktion	-Gas	-	o	o
	-Kohäsion\ Adhäsion	-Knetmasse	-	-	o
		-Wachs	-	-	o

+ = gut

o = durchschnittlich

- = schlecht

Die Wertungspriorität liegt bei der Reinigungswirkung woraus folgt, daß nur Bürsten gut reinigen können. Alle anderen Lösungsvarianten werden ausgeschlossen.

## 2.3.3 Lösungsvarianten der Einzelfunktionen

## Bewertung der Einzelfunktionen

Funktion	Lösungsvariante	Bewertung		
Rasierstaub transportieren		Transporteffektivität	konstruktiver Aufwand	Herstellungsaufwand
-mechanisch	-Förderband -Erdbeschleunigung -Fliehkraft(schnell rotierende Bürsten »Strömungskanal) -weiche Bürsten mit Abstreifer	+ o o o	o + o +	- + o +
-pneumatisch	-saugen(Unterdruckpumpe) -blasen(Gebäse) -saugen und blasen (Abluft vom Saugen zum Blasen verwenden)	+ + +	o o o	o o o
-elektrisch	-statisch geladene Fläche	-	-	o

+ = gut

o = durchschnittlich

- = schlecht

Ein Förderband ist zu teuer und verlangt viel Bauraum. Es ist daher auszuschließen.

LV1t\*: Es muß experimentell ermittelt werden, ob mechanischer Transport durch Erdbeschleunigung oder weiche Bürsten mit Abstreifer effektiv genug sind, da Konstruktion und Herstellung weniger Aufwand bedeuten, oder:

LV2t\*: ob eine pneumatische Lösung erforderlich ist, die einen Mehraufwand erfordern würde.

\*LV1t = Lösungsvariante 1 Rasierstaub transportieren

\*LV2t = Lösungsvariante 2 Rasierstaub transportieren

## 2.3.4 Lösungsvarianten der Einzelfunktionen

## Bewertung der Einzelfunktionen

Funktion	Lösungsvariante	Bewertung		
Rasierstaub entfernen		Effektivität sammeln	Konstruktiver Aufwand	Herstellungsaufwand
-mechanisch	-Massenträgheit -Box -Filter -Staubbeutel	o + +	+ o o	+ o o
-elektrisch	-statisch geladene Fläche	-	-	-
-chemisch	-Kohäsion\ Adhäsion -Knetmasse -Wachs	o o	o o	o o

+ = gut

o = durchschnittlich

- = schlecht

Beim Sammeln des Rasierstaubes muß berücksichtigt werden, daß die kleinsten Staubpartikel eine Korngröße von 20 µm haben. Die Entscheidung, welche Lösungsvariante die geeignetste ist, hängt von der Wahl der Transportlösungsvariante ab. Realisierbar erscheinen nur Box, Filter oder Staubbeutel.

### 2.3.5 Lösungsvarianten der Einzelfunktionen

#### Bewertung der Einzelfunktionen

##### -inaktivieren

##### Reinigungs- station

##### -mechanisch

##### -translatorisch

##### -Schalter

##### -rotatorisch

##### -Drehschalter

##### -optisch

##### -Lichtschranke

##### -IR-Sensor

Auch hier ist zu unterscheiden, ob die Inaktivierung automatisch durch Abführen des Rasierers oder manuell geschehen soll; abhängig vom Gesamtkonzept.

Bei optischer Realisierung ist eine Inaktivierung mittels Staubkontrolle möglich: wenn nur noch eine bestimmte Anzahl Rasierstaubpartikel pro Volumeneinheit (ppm) vorhanden ist, schaltet die Reinigungsstation automatisch ab.

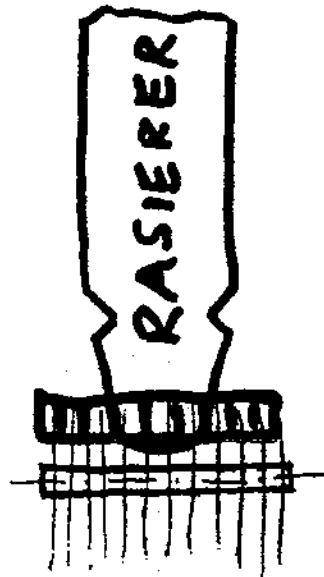
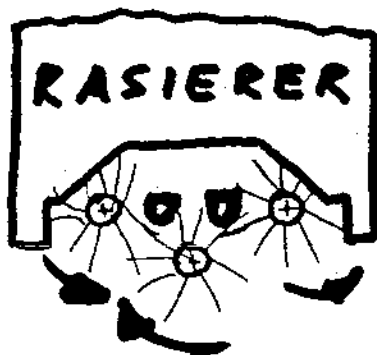
[illegible]

Bemerkung zu 2.5.1 bis 2.5.10:

Die folgenden 10 Bürstenkonzepte sind grob skizziert und mit wichtigen konzeptspezifischen Bemerkungen beschrieben. Eine Wertung aller Konzepte ist auf Seite 31 zu finden.

#### 2.5.1 Bürstenkonzept 1

drei kleine Radialbürsten; gedrehter Messerblock



#### Nachteile:

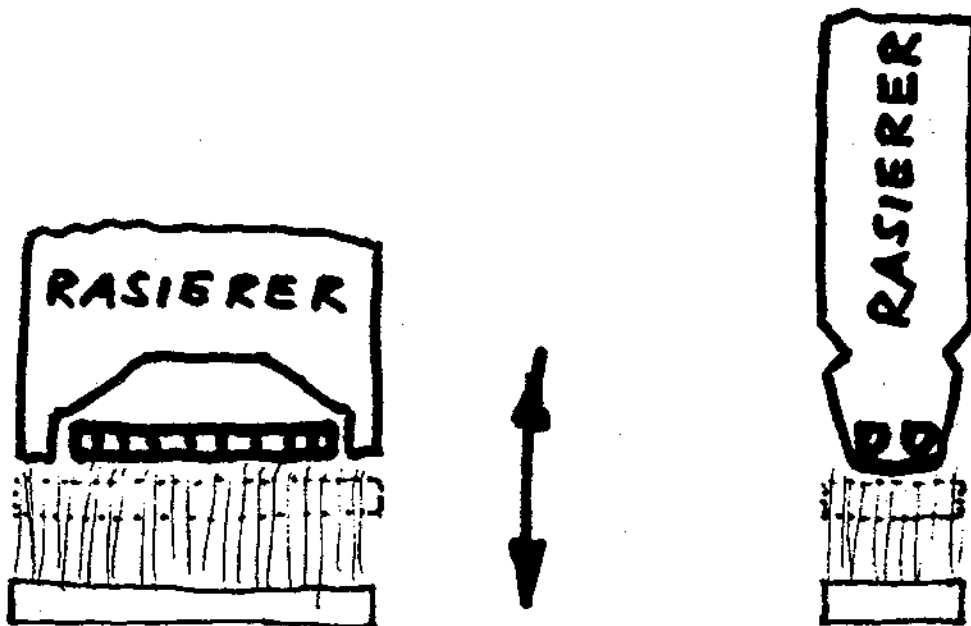
- Messerblock gedreht: zusätzlicher manueller Aufwand
- Probleme bei der Abdichtung der Gehäuseöffnung wegen gedrehtem Klingenblock
- Probleme bei der Drehrichtung der Bürsten
- viele Einzelteile
- Laufgeräusche durch Zahnräder

#### Vorteile:

- guter Reinigungsgrad

### 2.5.2 Bürstenkonzept 2

auf und ab bewegte Bürste

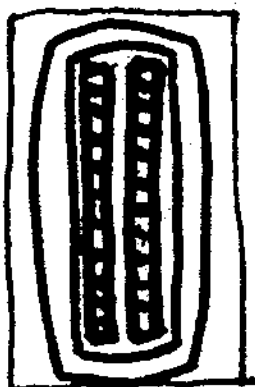


#### Nachteile:

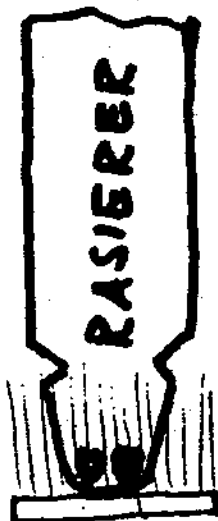
- starke mechanische Beanspruchung der Borsten
- keine Reinigung
  - der Messerunterseite
  - der Hinterachse
  - des Scherkammerbodens
- Wandlung von Rotation des Motors in Translation der Bürste

## 2.5.3 Bürstenkonzept 3

elektrische Zahnbürsten als Bürstenantrieb



Bürstenbewegung:

1.)Braun dc2  
Powerdent2.)Braun dc1  
Powerdent3.)Powerdent  
Interplak  
modifiziert

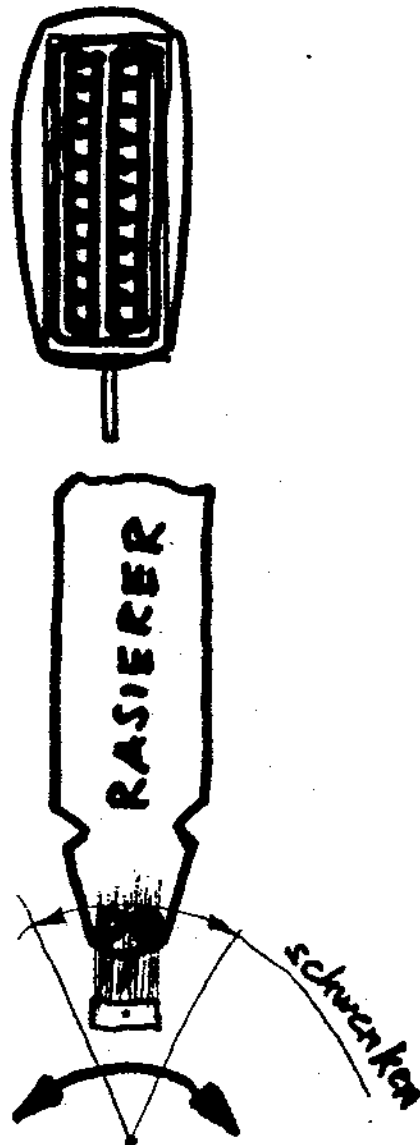
Nachteile:

- kombinierter Antrieb(1) im Test nicht Überzeugend
- bei Querbewegung(2) allgemein schlechte Reinigung
- bei Längsbewegung(3) : -4mm Hub: mit el.Zahnbürste Powerdent:  
mäßige Reinigung
- 12mm Hub: mit el.Zahnbürste Interplak  
modifiziert: verbesserte Reinigung
- >langer Hub - bessere Reinigung
- allgemein keine Reinigung - der Messerunterseite
- des Scherkammerbodens
- der Hinterschneidung



#### 2.5.4 Bürstenkonzept 4

elektrische Zahnbürsten als Bürstenantrieb



im Test:

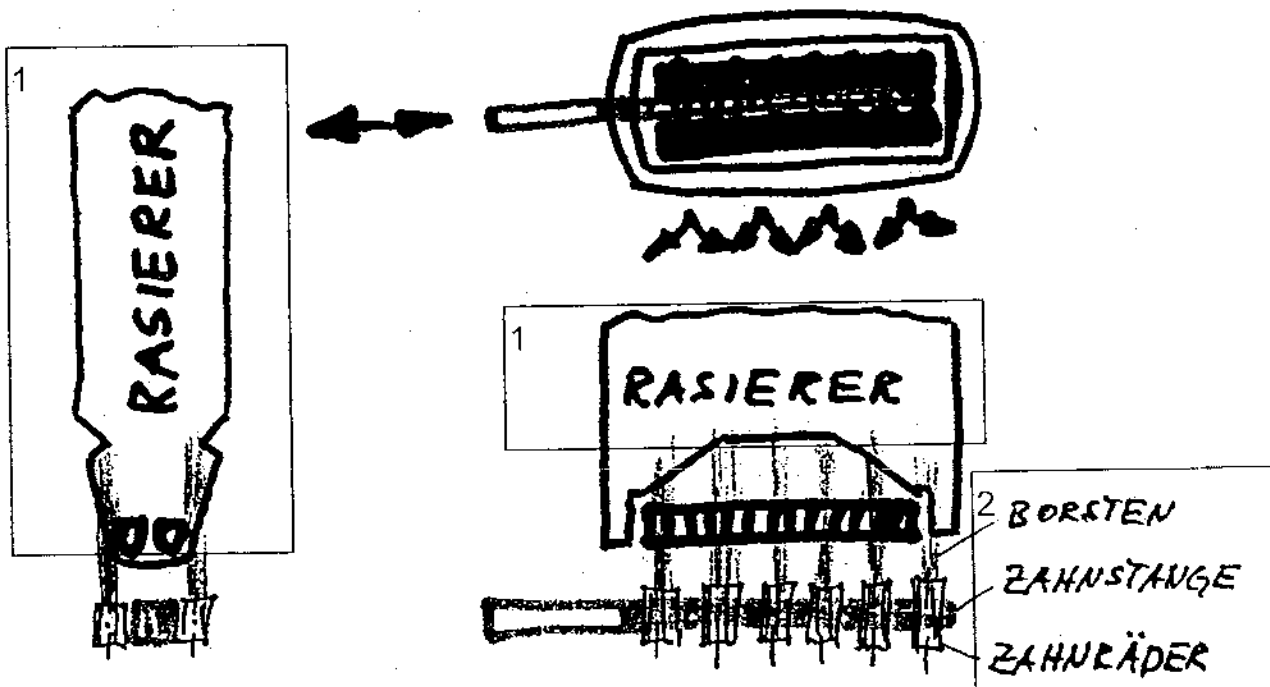
Braun dcl  
Powerdent

Nachteile:

- keine Reinigung - der Messerunterseite
- des Scherkammerbodens
- der Hinterschneidung

## 2.5.5 Bürstenkonzept 5

System Interplak: 10 rotierende Einzelbürsten werden von einer oszillierenden Zahnstange angetrieben. Der Hub der Zahnstange ist so groß, daß die Bürsten alle 1.5 Umdrehungen ihre Drehrichtung umkehren. Dadurch wird ein ausknicken vermieden. Dieses Prinzip ist patentiert. Die Einzelbürsten haben einen Durchmesser von 2 mm und bestehen aus Einzelborsten von 0.15 mm Durchmesser. Der Bürstenabstand beträgt 4 mm und die Länge 10 mm.



## Nachteile:

- bei Originalborsten keine Reinigung:
  - der Messerunterseite
  - des Scherkammerbodens
  - der Hinterschneidung
- bei nicht oszillierender Rotation knicken schon die 10mm langen Originalbürsten aus
- 25mm lange Einzelbürsten (Reinigungstiefe Rasiererrumpf) knicken aus und haben Schwierigkeiten bei der Rotation
- zwischen den Messern: keine Reinigung:
  - der Messerunterseite
  - des Rasierergrundes
- viele Einzelteile wie:
  - Bürsten
  - Zahnräder
  - Zahnstange
- Umwandlung von Rotation des Motors in oszillierende Translation der Zahnstange; anschließend in oszillierende Rotation der Bürsten

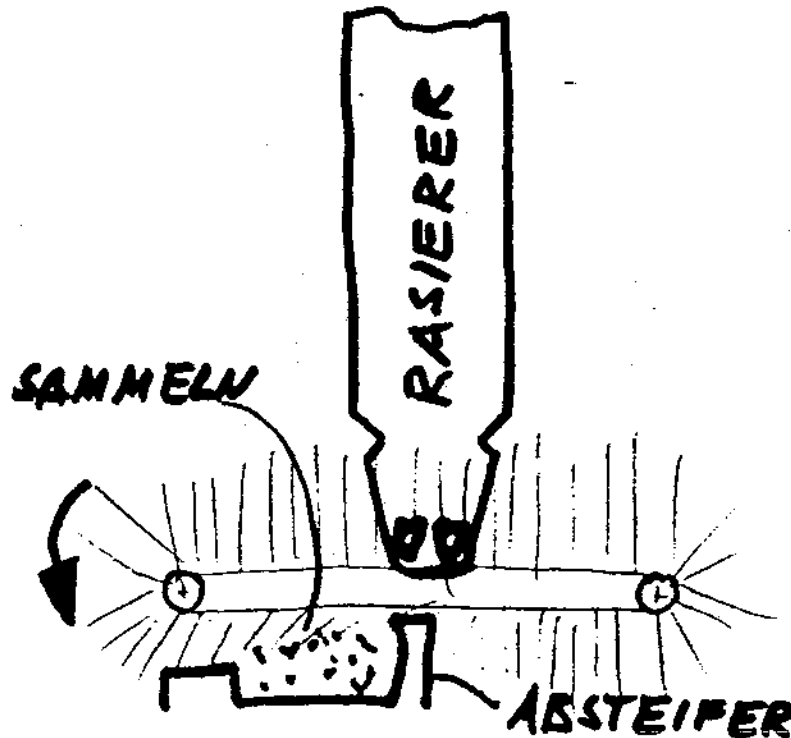
## Vorteile:

- sehr gute Reinigung zwischen den Messern
- Borsten fädeln nicht in Scherfolie ein
- Einzelbürsten reinigen Schmutzecken im Scherblatt

B005244

### 2.5.6 Bürstenkonzept 6

Bürstenband mit Abstreifer



#### Nachteile:

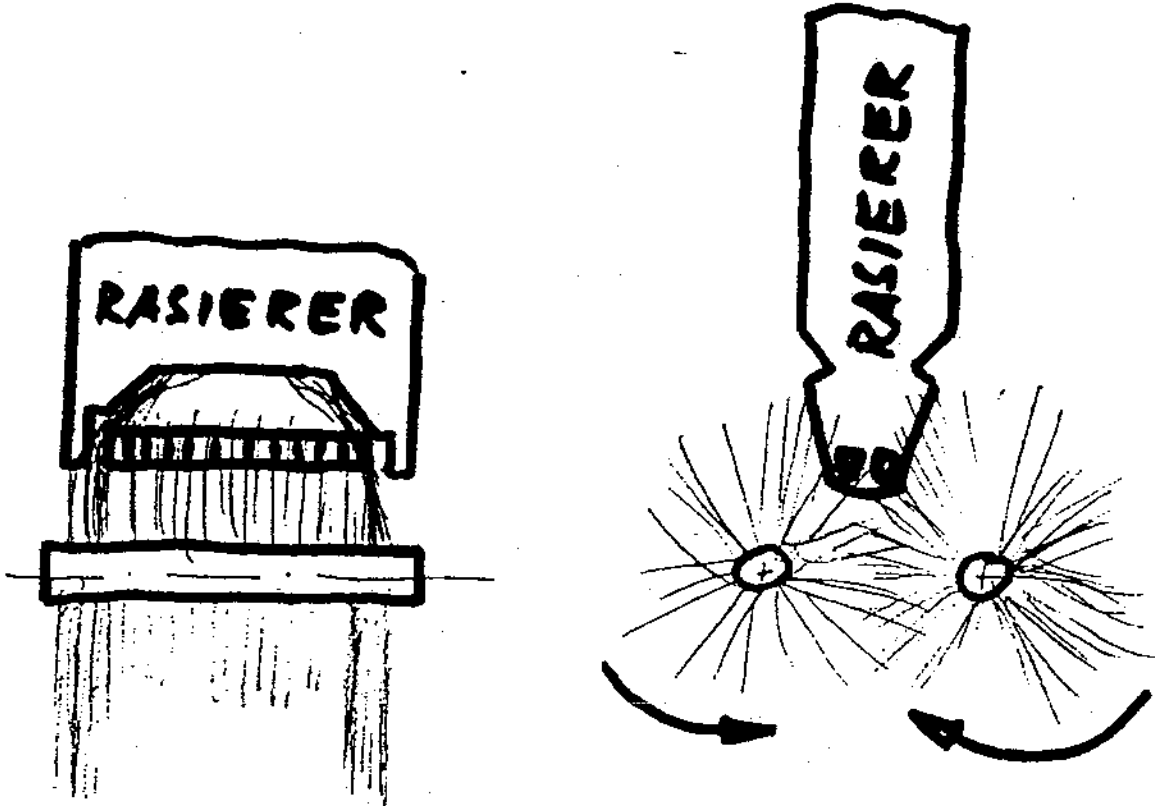
- keine Reinigung:
  - der Messerunterseite
  - des Scherkammerbodens
  - nur eine Messerseite, je nach Drehrichtung
- aufwendige Herstellung des Bürstenbandes

#### Vorteile:

- eventuell keine Absaugung erforderlich

### 2.5.7 Bürstenkonzept 7

zwei rotierende Konturbürsten: - lange Borsten für Rasierer-  
grund  
- kurze Borsten für Messer



#### Nachteile:

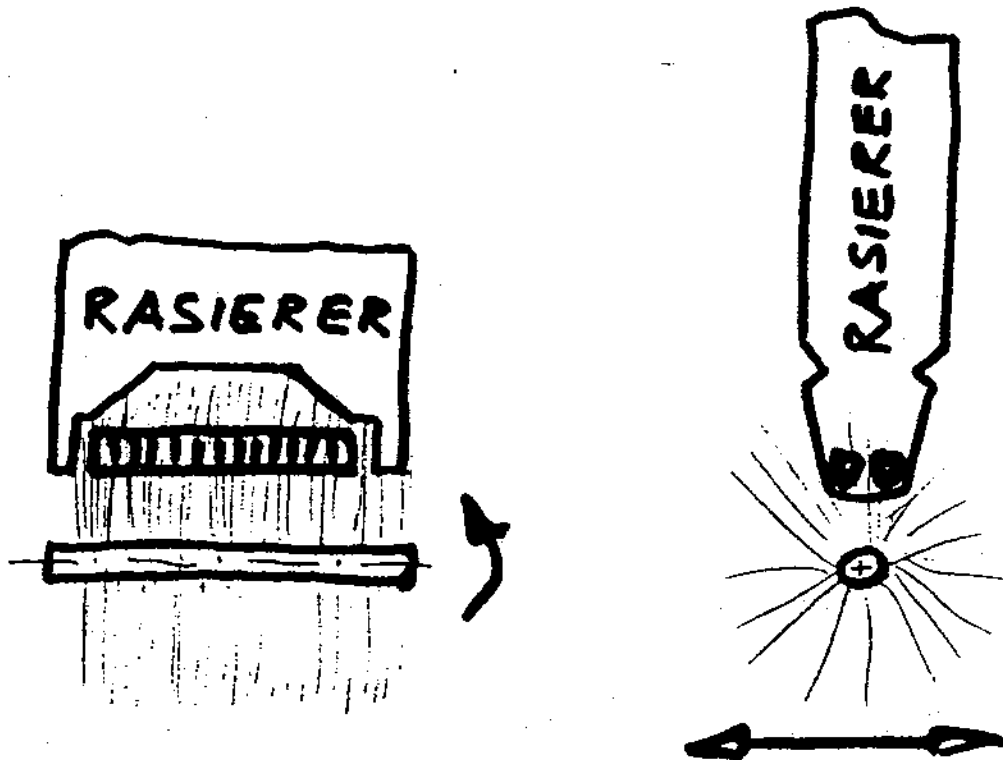
- Konturbürste teurer als gerade Bürsten
- lange Borsten knicken nicht unter das Messer um Rasierer-  
grund zu reinigen
- keine Reinigung der Messerunterseite
- viele Einzelteile wie: -Bürsten  
-Zahnräder
- bei hoher Drehzahl erhebliche Laufgeräusche durch Zahnräder zu  
erwarten
- bei Verwendung von nur langen Borsten zu große Baugröße

#### Vorteile:

- gute Reinigung zwischen den Messern
- keine Drehrichtungsumkehr des Motors notwendig »Vorteil bei  
der eventuellen Integration einer Absaugung, siehe Seite 38
- Kritik und Ausblick unter Lüfterrad
- Einhandbedienung
- bei Verwendung von nur langen Borsten sehr gute Reinigung in  
allen Bereichen

### 2.5.8 Bürstenkonzept 8

rotierende Bürste mit zusätzlicher translatorischer Bewegung



#### Nachteile:

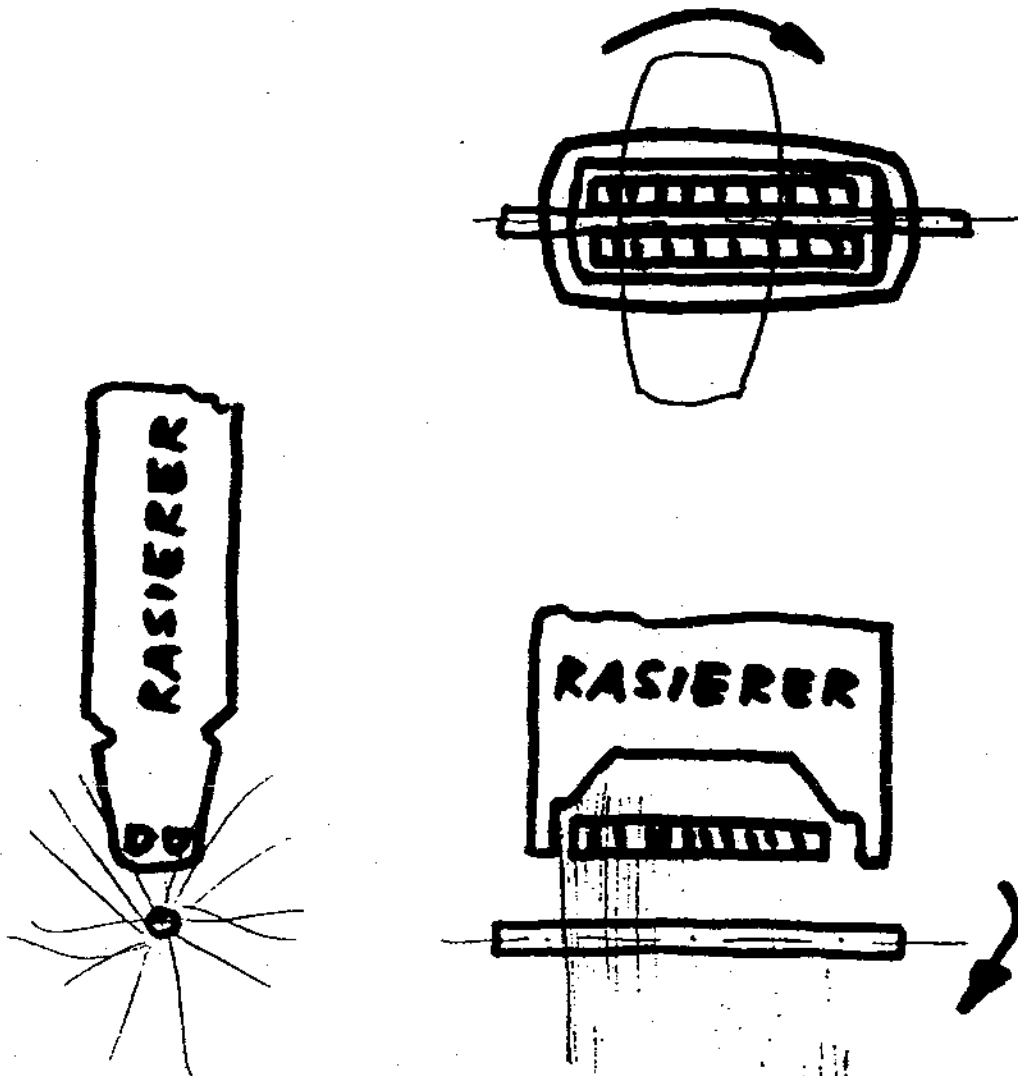
- für jede Bewegung ein Motor notwendig
- je nach Drehrichtung der Bürste: Reinigung nur einer  
Messerseite

#### Vorteile:

- eine Seite des Rasierers wird mit langen Borsten gut gereinigt
  - keine Drehrichtungsumkehr des Motors notwendig »Vorteil bei  
der eventuellen Integration einer Absaugung, siehe Seite 38
- Kritik und Ausblick unter Lüfterrad

### 2.5.9 Bürstenkonzept 9

rotierende Bürste mit zusätzlicher manueller Drehung  
des Rasierers



**Nachteile:**

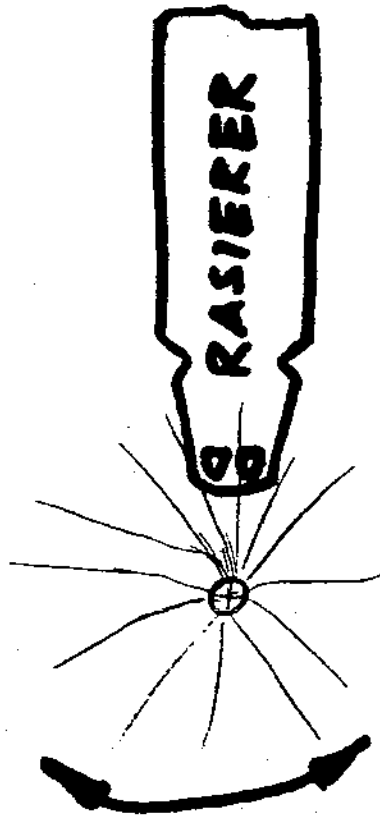
- Dichtungsprobleme
- starke Beanspruchung der Borsten durch Drehung des Rasierers

**Vorteile:**

- keine Drehrichtungsumkehr des Motors notwendig »Vorteil bei der eventuellen Integration einer Absaugung, siehe Seite 38
- Kritik und Ausblick unter Lüfterrad

### 2.5.10 Bürstenkonzept 10

Bürste mit Drehrichtungsumkehr



für  $t = x$  s in jede Richtung

#### Nachteile:

- Motor muß die Drehrichtung wechseln können
- Probleme bei der eventuellen Integration einer Absaugung wegen der Drehrichtung des Lüfterrades

#### Vorteile:

- Einhandbedienung
- bei langen Borsten sehr gute Reinigung in allen Bereichen
- auch bei langen Borsten akzeptable Baugröße
- wird gewählt, siehe Tabelle Seite 31

B005249